Aus der Chirurgischen Universitätsklinik Heidelberg
Direktor: Prof. Dr. M. Kirschner

STANFORD UNIVERSITY
MAR
8
1938
LIBRARY

Lane Medical Library

Die Beurteilung der Operationsgefährdung

mit besonderer Berücksichtigung einer Blutdruckformel nach Mac Kesson

Inaugural-Dissertation

zur
Erlangung der Doktorwürde
einer
Hohen Medizinischen Fakultät
an der
Ruprecht-Karl-Universität zu Heidelberg

Vorgelegt von

Carl Loos

aus Heidelberg

1937

Gedruckt in der Druckerei Hermann Meister, Heidelberg

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Heidelberg.

Dekan:
Prof. H. Runge

Referent:
Prof. M. Kirschner

1937

Vor jedem chirurgischen Eingriff ist die Entscheidung der Frage, in welchem Maße der Organismus belastet werden darf, von ausschlaggebender Bedeutung, da der Ausgang einer Operation oft von der Leistungsfähigkeit des Kreislaufs abhängig ist. Viele Kranke gehen weniger an der Krankheit zugrunde, wegen der sie operiert werden, als an dem Versagen ihres Kreislaufs. Um dies nach Möglichkeit zu vermeiden, ist zunächst eine sorgfältig abwägende Anzeigestellung erforderlich. Bei zwingender Notwendigkeit zu einem Eingriff bleibt zu entscheiden, ob der Kreislauf eine Belastung durch eine etwaige Narkose und durch die Operation selbst aller Voraussicht nach ohne Gefahr ertragen wird oder durch eine entsprechende Vorbereitung in diesen Zustand versetzt werden kann. Man muß sich daher über die Leistungsfähigkeit des Herzens und des Gefäßsystems ein genaues Urteil bilden und nötigenfalls, sofern andere Verfahren zur Verfügung stehen, auf eine Operation verzichten. Da dies alles eine gewisse Zeit in Anspruch nimmt, die bei dringlichen Eingriffen schwer erübrigt werden kann, ist man schon immer bestrebt gewesen, die notwendigen Anhaltspunkte für die Leistungsfähigkeit der Zirkulation ohne langwierige Untersuchungen zu erhalten.

Man hat auf die verschiedenste Weise versucht, sich ein Bild von der Anpassungsfähigkeit des Kreislaufes eines Kranken zu machen. Die Anforderungen, die eine Operation an den Organismus stellt, sind aber so vielseitig, daß sie durch eine Funktionsprüfung nicht nachgeahmt werden können. Die Mehrzahl der Prüfungen beschränkt sich auf genaue klinische Untersuchung und Leistungsprüfungen, die vielfach auf Beobachtungen von Puls und Blutdruck sowie Atmung nach einer bestimmten körperlichen Leistung beruhen, da sie sich rasch und einfach feststellen lassen.

In letzter Zeit versuchte man gewisse, leicht zu ermittelnde Untersuchungswerte in ein gegenseitiges Verhältnis zu bringen und so Formeln zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit eines Organismus vor der Operation aufzustellen. So hat Mackenzie zwei Formeln. Bei dem Verhältnis

(Systol. Blutdr. x 100) : (Haemogl. x Erythrocyt. Zahl)

bedeutet die Zahl 7 die unterste Sicherheitsgrenze. Die für den

Wert der roten Blutkörperchen eingesetzte Zahl muß durch 100 000 dividiert werden, da nur die ersten beiden Zahlen bei der Berechnung Berücksichtigung finden; bei einer Erythrocytenzahl von 4,5 Millionen also die Zahl 45.

$$\text{Beispiel: } (120 \times 100) : (80 \times 50) = \frac{12\,000}{4000} = 3$$

$$\text{oder: } (170 \times 100) : (67 \times 36) = \frac{17\,000}{2412} = 7{,}04$$

Der Energieindex von Mackenzie benützt nur Blutdruck und Pulszahl: (Systol. Blutdr. + diast. Blutdr.) x Pulszahl. Das Ergebnis ist durch 1000 zu dividieren. Nur die beiden ersten Zahlen spielen bei der Beurteilung eine Rolle.

Beispiel: $(120 + 80) \times 70 = 14\,000$ also 14.

Die Normalwerte schwanken zwischen 12 und 20. Nachprüfungen dieser Formeln sind nicht bekannt, doch scheint ihr Wert zweifelhaft zu sein.

Mac Kesson hat versucht, mit Hilfe der Blutdruckmessung allein die Operationsgefährdung festzustellen. C. W. Mayo erwähnt diese Formel in seinem Bericht: Eindrücke einer Europa-Reise. Er fand sie bei Miles in Gebrauch, der dieses Verfahren als Messung der Herzkraft bezeichnete. Auch Kümmel erwähnt es in seiner Abhandlung: Operationsgefährdung im Lichte orgometrischer und meteorologischer Uutersuchungen. Mac Kesson geht davon aus, daß beim Gesunden die Blutdruck-Amplitude etwa 50 % des diastolischen Druckes ausmacht. Bei einem Blutdruck von 120/80 mm beträgt der Pulsdruck 40 mm Hg und dessen Verhältnis zum diastolischen Druck 40 : 80 ist gleich ½ oder 50 %. Durch eine Formel ausgedrückt lautet dies:

$$\frac{\text{systol. Bl.Druck} - \text{diastol. Bl.Druck} \times 100}{\text{diastol. Bl.Druck}} = 50$$

Dieses Verhältnis bleibt bei einem Kreislaufgesunden auch bei Schwankungen des Blutdrucks ungefähr auf der gleichen Höhe. Daher mißt Mac Kesson dieser Verhältniszahl eine große Bedeutung für die Prognose bei. Ist die Pulsamplitude ebenso hoch oder sogar höher als der diastolische Druck, so soll der Organismus nur schwerlich oder überhaupt nicht imstande sein, periphere Erschlaffung der Gefäße, wie sie im Kollaps vorkommt, zu überwinden. In diesem Falle sei das Herz schon überlastet und seine Kraftreserve aufgebraucht. Ein Pulsdruck, der weniger als 50 %, aber mehr als 25 beträgt, soll nicht so ungünstig sein wie eine Steigerung über 75 %. Mac Kesson zieht daher die Blutdruckmessung allen anderen Untersuchungen vor. Er sieht in ihr

den zuverlässigsten Anzeiger der wechselnden kardiovaskulären Zustände auch während einer Operation. Ein beginnender Kollaps soll auf diese Weise nachzuweisen sein, bevor der Puls deutliche Veränderungen zeigt. Bleibt der Blutdruck während einer Operation auf ungefähr gleicher Höhe, so bezeichnet er dies als den Erfolg der gemeinsamen Bemühungen des Chirurgen und des Narkotiseurs. Für die Beurteilung des Blutdruckes durch den Narkotiseur ist nach Mac Kesson der Pulsdruck ebenso wichtig wie der diastolische Druck. Es soll daher jeweils systolischer und diastolischer Druck gemessen werden. Die Höhe des Blutdrucks und damit der Pulsamplitude richtet sich nach dem Widerstand des Gefäßsystems, insbesondere der Arteriolen. Hier beginnt die Störung des Gleichgewichts zwischen der jeweils vom Herzen ausgeworfenen Blutmenge und dem peripheren Widerstand. Selbst wenn das Herz durch Vergrößerung des Schlagvolumens eine vermehrte Blutförderung erreicht, tritt bei zunehmender Arteriolen-Erweiterung eine Abnahme des Pulsdruckes ein, der bis zum Kollaps führen kann. Die Höhe des diastolischen Druckes gibt einen Anhalt für den Tonus dert Arteriolen und Kapillaren, während der Pulsdruck die Kraft der Kontraktionen angeben soll. Bei einer Erweiterung der Arteriolen und Kapillaren sinkt infolgedessen der diastolische Druck und kann durch eine bedeutend erhöhte Pulszahl nicht ausgeglichen werden, sodaß der Pulsdruck ebenfalls abnimmt. Diese Abnahme der Pulsamplitude soll ein Anzeichen eines bevorstehenden Kollapses sein, der nach Ansicht Mac Kessons eintritt, wenn der Pulsdruck unter 20 mm, der diastolische unter 80 mm Hg bei steigender Pulszahl sinkt, sofern er bei Beginn der Operation normal war. Dauern diese niedrigen Druckverhältnisse länger als eine halbe Stunde ohne Zeichen einer Besserung an, so sollen Kreislaufstörungen entstehen, die ohne entsprechende Behandlung zum Tode führen können.

Auch auf die Beziehung zwischen Atmung und Blutdruck hat Mac Kesson hingewiesen. Unter normalen Bedingungen soll der Druck systolisch und diastolisch bei der Einatmung 5—20 mm niedriger sein als bei der Ausatmung. Dieser Unterschied, der bei Behinderung der Atmung bis zu 30 mm betrage, sei bei freier, aber beschleunigter Atmung nicht sicher nachweisbar. Unter normalen Verhältnissen mißt man den Blutdruck in folgender Weise. Zunächst steigert man den Druck in der Manschette bis zum Verschwinden der Pulstöne und erniedrigt ihn dann langsam, bis der erste, verhältnismäßig leise Ton hörbar wird. Hiermit hat man den exspiratorischen, systolischen Druck festgestellt. Erst bei weiterer Verminderung werden die Töne deutlicher und in der Lautstärke gleichmäßiger, womit der inspiratorische

Druck erreicht ist. In der gleichen Weise verfährt man mit der Messung der diastolischen Werte.

Zusammenfassend ergibt sich aus den Ausführungen Mac Kessons: Die Prognose vor chirurgischen Eingriffen, soweit es auf Herz und Kreislauf ankommt ist günstig, wenn die Verhältniszahl der Blutdruckamplitude zum diastolischen Druck 50 beträgt oder noch zwischen 25 und 75 schwankt. Bei Ueberschreitung dieser Grenzen wird die Prognose immer schlechter. Theoretisch wäre also ein Blutdruck von 120/80 einem solchen von 180/120 oder 75/50 mm gleichzusetzen, denn jedes Mal ist die Verhältniszahl 50. Zur Beurteilung des Wertes dieser Formel wurde das Blutdruckverhältnis bei 350 Kranken nachgeprüft, die in der Chirurg. Universitätsklinik, Heidelberg, operiert wurden. Hierbei handelte es sich ausschließlich um größere Eingriffe wie Magenresektionen, Cholecystektomien und Rectumamputationen etc. Es wurden jeweils die exspiratorischen Blutdruckwerte genommen, da der Unterschied zwischen Ein- und Ausatmung in Ruhe meistens gering ist, und bei der Berechnung der Verhältniszahl praktisch keine Rolle spielt. Die Untersuchung ergab Folgendes: Von 350 Operierten wiesen 269 eine normale Verhältniszahl auf. Hiervon starben 36 (13,4 %) an den Folgen des Eingriffs. Von den 81 übrigen Kranken mit ungünstigem Blutdruckverhältnis kamen 19 (23,4 Prozent) ad exitum. Von 295 Fällen, welche die Operation gut überstanden, waren 62 (21 %) von den 55 Fällen die starben jedoch 19 (34 %) mit ungünstigem Amplituden-Verhältnis. Demnach liegt also die Sterblichkeit bei den Kranken mit ungünstigen Blutdruckwerten beträchtlich höher. Wenn man hiernach den Eindruck gewinnen könnte, daß der Mac Kesson'schen Formel ein gewisser Wert beizumessen sei, so ist dem entgegenzuhalten, daß auch bei kreislaufgesunden Menschen relativ häufig eine ungünstige Blutdruckverhältniszahl errechnet werden kann, die schon durch eine einfache Maßnahme, wie Bettruhe und Aenderung der Ernährung, völlig normal wird. Andererseits finden sich bei Kranken mit schwer dekompensierten Herzfehlern, die für einen operativen Eingriff völlig ungeeignet wären, oder bei Kranken in schlechtem Ernährungszustand Blutdruckwerte, die in normalen Grenzen schwanken, teilweise sogar das optimale Verhältnis aufweisen. Die herabgesetzte Leistungsfähigkeit des Herzens wird in diesen Fällen erst bei Belastung des Kreislaufs offenbar.

Schließlich sind bei der Bewertung der Blutdruckformel gewisse Fehler zu berücksichtigen, die selbst bei sorgfältiger, wiederholter Messung nicht zu vermeiden sind. Hierbei ist gerade der diastolische Druck nicht immer genau meßbar, obschon bei der

Berechnung Unterschiede von 5 mm Hg eine ausschlaggebende Rolle spielen können.

Bei einem Druck von 110/65 mm errechnet sich nach der Formel eine Verhältniszahl der Amplitude zum diastolischen Druck von 69, während 110/60 mm schon das wesentlich ungünstigere Verhältnis von 83 ergibt. Hierzu noch einige weitere Beispiele:

135/80	= 69	135/75	= 80
160/95	= 67	160/90	= 77
120/70	= 71	120/65	= 84
105/65	= 61	105/60	= 75

Hieraus ergibt sich, daß die bei 75 angenommene obere Grenze ebenso wie die untere bei 25 nicht immer bindend sein kann. Die Ansicht von Mac Kesson über die Kollapsdisposition von Kranken mit ungünstigen Blutdruckverhältniszahlen konnte bei unserem Material nicht bestätigt werden. Hier trat nur zweimal während der Operation ein Kollaps auf; jedes Mal ereignete er sich bei Kranken mit normalen Blutdruckverhältnissen und war verhältnismäßig rasch zu beheben, ohne daß Komplikationen während der Nachbehandlung beobachtet wurden. Ein frühzeitiges Absinken des Druckes konnte hierbei nicht festgestellt werden, obwohl Puls und Blutdruck wie bei allen übrigen Kranken während der Operation laufend gemessen wurden. Wenn verhältnismäßig selten ein Kollaps auftrat, so hängt das vielleicht auch damit zusammen, daß die chirurgische Technik seit dem Erscheinen der Arbeit Mac Kessons weitere Fortschritte gemacht hat, die ein schonenderes Operieren gestatten. Sämtliche Eingriffe bei diesen 350 Kranken wurden in Spinalanaesthesie nach Kirschner ausgeführt, die vor allem den Vorzug hat, Herz und Kreislauf nicht in gleicher Weise zu belasten, wie dies z. B. bei der Aethernarkose der Fall ist.

Es können aber noch andere Faktoren mitspielen, die ein Absinken des Blutdrucks verhindern, bevor der Puls Veränderungen aufweist. Mac Kesson geht davon aus, daß sich der Druck in der Hauptsache nach dem jeweiligen Tonus der Aerteriolen richtet, wobei natürlich der Gesamtwiderstand gemeint ist. Die vom Herzen ausgeworfene Blutmenge wird bekanntlich durch verschiedene, parallel geschaltete Strombahnen abgeleitet. Hierbei sind mitunter Erweiterungen der kleinsten Gefäße in einem Abschnitt mit Verengungen in einem anderen verknüpft, die sich beide in ihrer Rückwirkung auf das Herz aufheben können. Der Blutdruck ist außerdem von der Füllung der Gefäße durch die zirkulierende Blutmenge und von der Gesamtdehnbarkeit des arteriellen Systems abhängig. Letztere ist durch den Elastizitätskoeffizienten des Gesamtwindkessels ge-

kennzeichnet. Eine vermehrte Füllung des arteriellen Systems bei gleichbleibenden Elastizitätsverhältnissen müßte infolgedessen eine entsprechende Steigerung des Druckes zur Folge haben. Genaue Nachprüfungen (Wezler u. Böger) haben ergeben, daß auch bei erheblicher Vermehrung der zirkulierenden Blutmenge der Druck entweder gleichbleibt oder nur eine geringe Erhöhung aufweist. Dies wurde bisher vielfach auf einen Ausgleich der Arteriolen und Kapillaren zurückgeführt. Es gelang, die regulatorische Fähigkeit der Muskularis der Aorta auf den wirksamen Elastizitätskoeffizienten des arteriellen Windkessels nachzuweisen. Die relative Konstanz des Druckes wird in der Hauptsache dadurch bedingt, daß die Dehnbarkeit und das Volumen des Windkessels durch Aenderungen des Kontraktionszustandes der glatten Muskulatur der Aortenwand und durch Einbeziehung muskulärer Aortenabschnitte in den Gesamtwindkessel verändert werden. Von den gleichen Autoren wurde schon früher nachgewiesen, daß die abnehmende Elastizität der Aortenwandung im höheren Alter durch Zunahme des Windkesselvolumens ausgeglichen wird. Hierdurch ist die Gesamtelastizität im Alter nicht wesentlich niedriger als in jüngeren Jahren, sodaß auch die annähernde Konstanz der Blutdruckamplitude fast über das ganze Leben des Gesunden erklärlich erscheint. Bei plötzlichen Druckänderungen innerhalb des Kreislaufes, wie sie gerade bei Operationen vorkommen, kann also ein Ansteigen der inneren Spannung der Windkesselwand durch kompensatorische Erniedrigung des wirksamen Elastizitätsmoduls mit Hilfe der glatten Muskulatur oder durch entsprechende Vergrößerung des Windkesselvolumens ausgeglichen werden. Andererseits wird bei plötzlicher Erweiterung der Arteriolen ein Absinken des Drucks durch entsprechende Zunahme der Elastizitätsmoduls des Windkessels teilweise verhindert. Infolgedessen wird nur in den seltensten Fällen ein Sinken des Blutdrucks zu verzeichnen sein, ohne daß auch der Puls schon Veränderungen aufweist. Da sich aus der Höhe des maximalen Druckes allein noch keine Rückschlüsse auf den Zustand des Herzens oder des Gefäßsystems ziehen lassen, mißt Mac Kesson dem Verhältnis der Amplitude zum diastolischen Druck eine große prognostische Bedeutung bei. Ein erhöhter systolischer Blutdruck weist in der Mehrzahl der Fälle nur auf stärkere periphere Widerstände hin. Die Erhöhung kann sich aber sowohl auf eine vorübergehende Kontraktion, als auch auf eine prognostisch viel ungünstigere Kapillarverengerung beziehen. Die Ursache der Drucksteigerung bleibt hierbei ungeklärt.

Für den Organismus spielt nur die ausgeworfene Blutmenge

eine Rolle, die für die chemischen Umsetzungen der Gewebe ausreichend sein muß. Die Volumleistung des Herzens dagegen muß zu der von den Geweben in einer bestimmten Zeiteinheit beanspruchten Blutmenge in Beziehung stehen. Der diesem Stromvolumen erteilte Druck muß infolgedessen eine ausreichende Versorgung der Gewebe mit Blut gewährleisten können. Erfüllt das Herz diese Anforderung nicht, dann ist es selbst bei erhöhtem Druck schwach, während es unter Umständen bei verhältnismäßig niederem Druck kräftig arbeitet. Aus der Höhe des systolischen Druckes ist dies nicht ersichtlich, denn praktisch kann jedes Schlagvolumen mit jedem Druck verbunden sein. Nach Berechnungen von Tigerstedt schwankt das Minutenvolumen des Herzens pro kg Körpergewicht bei einem mittleren Druck von 90—100 mm Hg zwischen 9 und 149 ccm. Daher spielen bei der Beurteilung der Leistungsfähigkeit des Kreislaufs vor einem chirurgischen Eingriff das Schlag- bezw. Minutenvolumen sowie der Puls und der vom Gefäßsystem geforderte Druck die gleiche Rolle. Schlecht funktionierende Gefäße stellen daher an das Herz erhöhte Anforderungen und bewirken eine Verminderung seiner eigenen Leistungsfähigkeit, da seine Ernährung von den gleichen Bedingungen abhängt, wie die eines anderen Organs. Praktisch kann also der Fall eintreten, daß jemand bei stark erhöhtem maximalem Druck an Herzschwäche stirbt, da wohl die gesteigerte Kraft, aber nicht die entsprechende Leistung aufgebracht wird. Zur Beurteilung der Herzkraft müssen daher vor allem Pulsamplitude und diastolischer Druck Berücksichttigung finden. Der letztere kann als Maßstab für den im ganzen Arteriensystem herrschenden Druck angesehen werden, da er die Blutströmung während der Diastole aufrecht erhält und somit den Ausgleich zwischen Zu- und Abfluß schafft. Bei einer Hemmung des Abflusses ist der Nutzeffekt einer Ventrikelsystole für den Kreislauf trotz maximal erhöhtem Druck kleiner als bei normaler Abflußmöglichkeit und niedrigerem systolischem Druck. Der diastolische Druck ist infolgedessen ein Maß für die Abflußmöglichkeit und muß bei ausreichendem systolischem Druck und gutem Abfluß niedrig sein. Sobald nun einer dieser beiden Faktoren gestört ist, ändert sich die Pulsamplitude, da der Maximaldruck in einem bestimmten Verhältnis zum Abfluß steht. Es besteht jedoch die Möglichkeit, daß einer für die Schwäche des anderen ausgleichend eintritt. Sinkt der diastolische Druck unter das Minimum, das zur Aufrechterhaltung der Windkesselwirkung der Gefäße nötig ist, so muß dafür eine Erhöhung des systolischen Druckes eintreten, um diesen Fehler auszugleichen. Das führt aber wieder zu einer unnötigen Beanspruchung des Herzens. Das gleiche ist

der Fall, wenn bei hohem diastolischem Druck die Gefäßspannung zu wenig ausgenützt wird und der systolische Druck gesteigert werden muß. Hierin liegt die Bedeutung des ausgeglichenen Amplitudenverhältnisses. Es läßt erkennen, daß sich das Herz mit seiner Druckleistung den im Gefäßsystem herrschenden Verhältnissen so vorteilhaft wie möglich ohne Rücksicht auf die Höhe des Druckes angepaßt hat.

Es wäre jedoch verfehlt aus dem Amplitudenverhältnis direkt auf die Leistung des Herzens einen Rückschluß zu ziehen, so ideal es gerade im Hinblick auf die Beurteilung der Widerstandskraft vor chirurgischen Eingriffen wäre. Ohne Kenntnis der Volumleistung ist dies aus den oben dargelegten Gründen unmöglich, aber im Zusammenhang mit dem jeweiligen diastolischen Druck gibt die Amplitude wichtige Hinweise auf den Zustand der Gefäße. Auf diesem Umweg läßt sich manches, was für die Prognose von Bedeutung ist, aussagen. Da die Amplitude im Wesentlichen von der Elastizitätskonstante und dem Schlagvolumen abhängt, die beide von einander funktionell unabhängig sind, darf bei einer Vergrößerung derselben und bei normalem minimalem Druck auf ein atonisches Gefäßsystem mit erhöhter Elastizität, bei erniedrigtem diastolischem Druck aber auf eine Aorteninsuffizienz geschlossen werden. Ist bei erhöhtem diastolischem Druck die Amplitude normal, so handelt es sich bei elastischen Arterien meist um verengte Kapillaren, während diese bei atonischen oder arteriosklerotisch veränderten Arterien eine Vergrößerung der Amplitude zur Folge haben wird. Erweiterte Kapillaren, wie sie bei vasomotorischer Neurose oder bei Rekonvaleszenten vorkommen, finden sich bei niederem diastolischem Druck und normaler Amplitude; ist die letztere ebenfalls vermindert, so deutet es auf ein kleines Schlagvolumen bei weiten Kapillaren und hoher Pulsfrequenz hin.

Diese angeführten Beispiele können natürlich nicht ohne Weiteres bindend sein, da die verschiedenen Erkrankungsformen ebensogut zusammen auftreten können. Eine Entscheidung ist nur von Fall zu Fall möglich. Die Prognose ist aber deshalb ungünstiger, weil das Herz nicht unter normalen Bedingungen arbeitet, sondern sich den Verhältnissen unter Veränderungen seiner Druckleistung meist unter Zuhilfenahme seiner Reservekraft anpassen muß. Wenn aber die Belastung einer Operation hinzukommt, wird die Akkomodationsbreite geringer sein, sodaß die Möglichkeit einer Kreislaufinsuffizienz größer wird. Demnach wird bei ungünstigem Amplitudenverhältnis die Sterblichkeitsziffer höher ausfallen. In den meisten Fällen wird das Herz zwar noch den erhöhten Anforderungen während

und nach einem Eingriff genügen. Aber selbst bei günstiger Verhältniszahl kann ein erhöhter Druck bestehen. Oben wurde das Beispiel eines Druckes von 180/120 erwähnt, wobei der Index 50 beträgt. Trotzdem werden erhöhte Anforderungen gestellt, die allerdings durch das gute Anpassungsvermögen auf ein Mindestmaß beschränkt werden, aber theoretisch doch zu einem vorzeitigen Versagen des Kreislaufs beitragen können. Aus dem nach der Formel errechneten Amplitudenverhältnis kommt diese stärkere Beanspruchung der Herzkraft nicht zum Ausdruck.

Bei zu hohem oder zu niedrigem Blutdruck mit ungünstiger Verhältniszahl kann über die Ursache dieser Verschiebung nichts ausgesagt werden. Es können daran z. B. Radius und Länge der Arterien und Venen, die Zahl der durchströmten Kapillaren und deren Radius, die Viskosität des Blutes, das Minutenvolumen, sowie die Pulsfrequenz Anteil haben. Die teilweise erheblichen Schwankungen gehen infolgedessen auf verschiedene Ursachen zurück. Das Herz ändert jedoch den Druck nicht willkürlich, da es ja kein Befehlsorgan ist. Es muß sich vielmehr den stetigen Schwankungen im Gefäßsystem anpassen und kann nur eine Höchstgrenze seiner Druckleistung vorschreiben. Zu einer einigermaßen zuverlässigen Beurteilung der Leistungsfähigkeit des Kreislaufs und damit auch der Operationsgefährdung ist daher nach wie vor eine eingehende Untersuchung unter Umständen mit Zuhilfenahme des Röntgenbildes und des Elektrokardiogramms erforderlich. Daneben leistet dann eine der üblichen Funktionsprüfungen des Kreislaufs gute Dienste.

Die einfachste und wohl gebräuchlichste dieser Prüfungen bewertet die Aenderung der Pulsfrequenz nach kurzer Belastung des Kreislaufs (etwa 10 Kniebeugen). Als Maßstab für die Herzkraft gilt die Zeit in welcher die normale Pulszahl wieder erreicht wird. Bei gleichzeitiger Messung des Blutdrucks soll dieser um etwa 20—40 mm Hg ansteigen und nach 4 Minuten zum ursprünglichen Wert zurückgekehrt sein. Steht mehr Zeit zur Verfügung, so kann man die gleichen Messungen nach Treppensteigen vornehmen. Der Kreislauf wird hierdurch stärker belastet, die Ergebnisse sind jedoch genauer und besser zu verwerten.

Ein anderes Verfahren verwertet die Messung des Schlagvolumens am arbeitenden Menschen. Bei einer Belastung des Kreislaufs kann das Herz die Mehrarbeit entweder durch Erhöhung des Schlagvolumens oder durch Beschleunigung der Schlagfolge erreichen. Hierbei wird das Gewebe ausreichend mit Blut versorgt. Der Kräftezustand des Herzens wird darnach beurteilt, welchen Weg es zur Bewältigung der zu-

sätzlichen Arbeit einschlägt. Die Erhöhung des Schlagvolumens erfordert eine größere systolische Arbeitsleistung, die bei beschleunigter Pulszahl nur ungenügend oder überhaupt nicht erreicht wird. Ein Herz ist daher kräftiger und leistungsfähiger, wenn es bei Mehrarbeit sein Schlagvolumen erhöht, da dann zwischen den einzelnen Kontraktionen größere Pausen eingeschaltet sind. Tatsächlich konnte auch durch Versuche bestätigt werden, daß in letzterem Fall die Ermüdung viel später eintritt, als bei Leuten, deren Herz eine stärkere Inanspruchnahme durch Beschleunigung der Pulsfrequenz bewältigen.

Ergibt sich aufgrund einer der genannten Funktionsprüfungen der Verdacht auf eine latente Herzinsuffizienz, so mahnt eine mitunter bestehende Nycturie schon zur Vorsicht. Diese vermehrte Urinausscheidung ist nicht eine Folge der erleichterten Zirkulationsverhältnisse durch wagrechte Körperlage während der Nacht. Auch bei vollständiger Bettruhe bleibt die nächtliche Polyurie bestehen. Der Schlaf schaltet alle Funktionen der quergestreiften Muskulatur und den Sensoriums aus und entlastet hierdurch den Kreislauf. Zuverlässige Ergebnisse liefern in diesen Fällen der Wasserversuch, wie er zur Nierenfunktionsprüfung vorgenommen wird, oder der Diureseversuch von Kauffmann. Ueber das letztere Verfahren liegt eine Zusammenstellung von Richter und Starlinger vor. Von 14 Kranken, die nach der Operation starben, hatten 11 eine Hochstellungszahl von über 200, bei 102 ebenfalls operierten, aber geheilten Kranken war dies nur 1 Mal der Fall. Wie wenig befriedigend die bisherigen Verfahren sind, die sich mit der Widerstandskraft eines Kranken vor der Operation befassen, geht daraus hervor, daß auch in jüngster Zeit auf der Suche nach möglichst zuverlässigen Methoden immer wieder neue Wege eingeschlagen werden, um dieses Ziel zu erreichen.

Unter diesen neueren Versuchen verdient die Energiemessung nach Kümmel mit ergometrischen Leistungsapparaten besondere Erwähnung. Es werden hierbei die Atemvolumina und der Sauerstoffverbrauch in Ruhe, nach kurzer, genau dosierter Arbeit und während der darauffolgenden Erholungszeit genau aufgezeichnet. Die Beurteilung der Lungen und des Kreislaufs erfolgt unter Zuhilfenahme des Vergleiches zwischen verbrauchter und geleisteter Energie. Als Maßstab gilt ein bestimmter Wirkungsgrad, der normalerweise über 18 % liegen soll. Die bisherigen Versuche hatten folgendes Ergebnis: Von 60 Fällen lagen 20 unter der Norm von 18 %, hiervon starben 4 infolge postoperativer Störungen. Bei den 40 ergometrisch Normalen kamen einzelne Lungenkomplikationen, jedoch ohne Todesfall vor, während 8 andere auf Grund der bisherigen Erfahrungen nicht operiert wurden.

Im Zusammenhang mit diesen Versuchen wurde gleichzeitig darauf geachtet, ob auch die Witterung für postoperative Störungen in irgendeiner Weise verantwortlich gemacht werden kann. Alle Fälle, die den Erwartungen der ergometrischen Untersuchungen nicht entsprachen, wurden von Kümmel mit Hilfe der allgemeinen Untersuchung postoperativer Störungen weiter nachgeprüft. Es ließ sich feststellen, daß Komplikationen nicht ausschließlich an das Vorhandensein von Cyklonenfronten gebunden sind, sondern ganz allgemein an den plötzlichen Einbruch ortsfremder Luftmassen am Boden selbst oder in der Höhe. Zeiten ruhiger Wetterlage sind ungefährlicher als solche wechselnder Witterung. Das Heranziehen metereologischer Faktoren erlaubt jedoch nach dem heutigen Stand keine prognostische Verwertung.

Es gibt noch eine ganze Anzahl ähnlicher Funktionsprüfungen, die sich aber nicht grundsätzlich von den bisher aufgeführten unterscheiden. Sie bringen die gleichen Gedanken in anderen Ausführungen. Wie schon erwähnt, stellen diese Prüfungen nur eine Ergänzung des allgemeinen Untersuchungsbefundes dar, besonders bei Verdacht auf eine latente Kreislaufinsuffizienz. Gerade wenn Puls, Blutdruck und Atmung während und nach Belastung gemessen werden, erhält man einen guten Ueberblick über die Anpassungsfähigkeit des Kreislaufs. Bei der Formel von Mac Kesson wird der Blutdruck nur in Ruhe gemessen und kann auch bei wiederholten Messungen normal sein. Umgekehrt kennt man erhebliche Tagesschwankungen des Blutdrucks, besonders bei vasolabilen Persönlichkeiten, die wiederum zu einem ganz falschen Ergebnis führen können.

Andererseits wird langjährige ärztliche Erfahrung und der ärztliche Blick oft eine bessere Beurteilung der Widerstandskraft zulassen, als es schematisch angewandte Blutdruckmessungen und Funktionsprüfungen einem weniger Erfahrenen erlauben. In vielen Fällen enthält die Vorgeschichte wichtige Hinweise, wie frühere Dekompensationen des Herzens oder andere schwere Erkrankungen, die früher durchgemacht wurden und leicht eine Schädigung des Herzens verursachen können. Unter Umständen weist schon das Aussehen eines Kranken auf eine erhöhte Operationsgefahr hin, wenn etwa das Gesicht leicht cyanotisch oder gedunsen aussieht. Außerdem bieten auch konstitutionelle Merkmale wichtige Hinweise. Erfahrungsgemäß sind muskulöse oder asthenische Menschen gegen Operationen widerstandsfähiger als fettleibige. Nach vorliegenden Berechnungen (Seifert) liegt die Sterblichkeitsziffer der letzteren nach Bauchoperationen fast um das 3- bis 4fache höher. Die Ursache dieser gesteigerten Operationsgefährdung ist in der stärkeren

Belastung des Kreislaufs zu suchen. Bei Pyknikern muß das Herz schon bei gewöhnlichen Verhältnissen mehr leisten und erlahmt daher leichter, wenn bei chirurgischen Eingriffen erhöhte Anforderungen an den gesamten Organismus gestellt werden. Oft kann in diesen Fällen der Kreislauf so rasch versagen, daß die Kranken gar keine Zeit mehr haben, ihrer Grundkrankheit zu erliegen. Dazu kommt noch die Infektionsgefahr, der Fettleibige in erhöhtem Maße ausgesetzt sind, sodaß selbst bei Ueberstehen einer Operation der Magere im Heilverlauf besser gestellt ist.

Zusammenfassend läßt sich nach den bisherigen Ausführungen feststellen, daß es bis heute kein zuverlässiges Verfahren gibt, mit dessen Hilfe man die Widerstandskraft eines Kranken vor chirurgischen Eingriffen zahlenmäßig festlegen könnte. Auch die Formel von Mac Kesson, die sich auf das prozentuale Verhältnis der Amplitude zum diastolischen Druck stützt, ist nach unseren Untersuchungen nicht so zuverlässig, daß man ihre klinische Anwendung empfehlen könnte.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, an dieser Stelle Herrn Prof. Dr. Kirschner für die Ueberlassung des Themas sowie Herrn Dr. Päßler für die Unterstützung bei der Ausführung der Arbeit zu danken.

Literaturverzeichnis

P. H. Enthoven: Pathologie und Therapie der Zirkulationsstörungen.
Funktionsprüfung der Kreislauforgane. (Gg. Thieme-Verlag, Leipzig 1930.)

A. Fleisch: Der normale Blutdruck. Handbuch der norm. und pathol. Physiologie. Bd. VII, 2. Teil.

W. R. Hess: Die Regulierung des Blutkreislaufes. (Gg. Thieme-Verlag, Leipzig 1930.)

M. Kappis: Vorbeugung und Bekämpfung der Operationsgefahren. (Gg. Thieme-Verlag, Leipzig 1935.)

Mac Kesson: Blood pressure in anasthesia. (The Americ. Journal of Surg. 1916.)

Kümmel: Operationsgefährdung im Lichte ergometrischer und metereologischer Untersuchungen. (Ref. Zentr. Bl. f. Chir. 63, Nr. 17.)

I. R. Mackenzie: Observation on the preoperative preparation an postoperative convalenscence of the surgical patient. (Brit. Journ. of Anastesia, Vol. VIII, Nr. 3.)

C. W. Mayo: Eindrücke von meiner Europareise. (Der Chirurg, Bd. 7, Nr. 22.)

Miles, W. E.: The pathology of the spread of cancer of the rectum, and its bearing upon the surgery of the cancerons rectum. (Surgery, Gynaecology and Obstetrics. Vol. VII, 1931.)

I. Plesch: Die Herzklappenfehler. (Urban Schwarzenberg-Verlag, Berlin 1925.)

H. Schneider und H. Polano: Untersuchungen über das Verhalten der zirkulierenden Blutmenge und des Minutenvolumens beim Menschen im Zusammenhang mit operativen Eingriffen. (Kl. Wo. Schr. XII. Jahrg., Nr. 28.)

Seifert: Zur Operationsprognose bei fettleibigen und mageren Kranken. (Mü. Med. Wschr. 1934, II. S. 1917.)

F. Starlinger und W. Richter: Zur Beurteilung der Widerstandskraft des Kranken vor dem Eingriff. (Ref. Zentr. Bl. f. Chir. 1932, 42.)

K. Wezler und A. Böger: Der Einfluß der Gefäßmuskulatur auf den arteriellen Windkessel (nach Messungen am Lebenden). (Ztschr. f. Kreislaufforschung, 28. Jahrg., Nr. 20.)

Lebenslauf

Ich bin am 27. September 1909 als Sohn des Kaufmanns Carl Loos und seiner Ehefrau Emma geb. Neuer, in Heidelberg geboren.

Von Ostern 1916 bis Herbst 1919 besuchte ich die Volksschule und anschließend das Gymnasium in Heidelberg bis Februar 1927; nach meinem Uebertritt in das städtische Realgymnasium mit gymnasialer Abteilung in Buchen i. O. erwarb ich dort im Herbst 1929 das Reifezeugnis.

Im Wintersemester 1929/30 wurde ich als Student der Medizin an der Universität in Heidelberg immatrikuliert und studierte dort bis zum Wintersemester 1934/35 Die ärztliche Vorprüfung bestand ich am Ende des Wintersemesters 1931/32, das Staatsexamen im Sommersemester 1935.

Das Medizinalpraktikantenjahr absolvierte ich an der Chirurgischen Universitätsklinik (Dir. Prof. Dr. Kirschner) und an der Ludolf-Krehl-Klinik Heidelberg (Dir. Prof. Dr. Stein), wo ich z. Zt. als Volontärassistent tätig bin.